

## BAB III

### LANDASAN TEORI

#### 3.1. Beton

Berdasarkan SNI 2847-2013 beton didefinisikan sebagai campuran antara semen portland atau semen hidraulik lainnya, agregat halus, agregat kasar, dan air. dengan atau tanpa bahan tambahan yang membentuk massa padat. Seiring dengan penambahan umur, beton akan semakin mengeras dan akan mencapai kekuatan rencana ( $f'_c$ ) pada usia 28 hari.

Menurut Mulyono (2005), pada umumnya beton mengandung rongga udara sekitar 1% - 2%, pasta semen (semen dan air) sekitar 25% - 40% dan agregat (agregat halus dan agregat kasar) sekitar 60% - 75%. Menurut (Tjokrodimulyo, 2007) beton yang memiliki kualitas baik adalah beton yang kuat, tahan lama, kedap air, tahan aur, dan sedikit mengalami perubahan volume atau kembang susutnya kecil.

Secara umum adapun kelebihan dan kelemahan penggunaan beton (Tjokrodimulyo, 2007) adalah sebagai berikut.

Kelebihan beton adalah sebagai berikut.

1. Beton mampu menahan gaya tekan dengan baik, serta mempunyai sifat tahan terhadap korosi dan pembusukan oleh kondisi lingkungan.
2. Beton segar dapat dengan mudah dicetak sesuai dengan keinginan.
3. Beton segar dapat disemprotkan pada permukaan beton lama yang retak maupun dapat diisikan ke dalam retakan beton dalam proses perbaikan.
4. Beton segar dapat dipompakan sehingga memungkinkan untuk dituang pada

tempat-tempat yang posisinya sulit.

5. Beton tahan aus dan tahan bakar, sehingga perawatannya lebih murah.

Kekurangan beton adalah sebagai berikut.

1. Beton dianggap tidak mampu menahan gaya tarik, sehingga mudah retak, oleh karena itu perlu diberikan baja tulangan sebagai penahan gaya teriknya.
2. Beton keras menyusut dan mengembang bila terjadi perubahan suhu, sehingga perlu dibuat dilatasi untuk mengatasi retakan-retakan akibat terjadinya perubahan suhu.
3. Untuk mendapatkan beton kedap air secara sempurna, harus dilakukan dengan pengerjaan yang teliti.
4. Beton bersifat getas (tidak daktil) sehingga harus dihitung dan diteliti secara seksama agar setelah dikompositkan dengan baja tulangan menjadi bersifat daktil, terutama pada struktur tahan gempa.

### **3.2. Beton Mutu Tinggi**

Beton mutu tinggi (*high strength concrete*) yang tercantum dalam SNI 03-6468-2000 (Pd T-18-1999-03) didefinisikan sebagai beton yang mempunyai kuat tekan yang disyaratkan lebih besar sama dengan 41,4 MPa. Peningkatan mutu beton dapat dilakukan dengan menggunakan bahan tambah *mineral additive* ataupun *chemical additive*. Pada tahun 1950an, beton dikategorikan mempunyai mutu tinggi jika kekuatan tekannya 30 MPa. Tahun 1960-1970an, kriteria naik menjadi 40 MPa. (Supartono, 1998)

### 3.3. Bahan Penyusun Beton

Bahan penyusun beton yang sering dipakai merupakan campuran antara semen, pasir, krikil, dan air. Namun juga diberi bahan tambah berupa *mineral additive* ataupun *chemical additive* yang berguna meningkatkan performa beton sendiri. Berikut bahan – bahan penyusun beton.

#### 3.3.1. Semen *portland*

Menurut (SK SNI S-04-1989, 1989:1) Semen *portland* ialah semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menghaluskan klinker terutama dari silikat – silikat kalsium yang bersifat hidrolis ( dapat mengeras jika bereaksi dengan air) dengan gips sebagai bahan tambah.

Menurut (Nawy, 1990) Semen *portland* dibuat dari serbuk halus mineral kristalin yang komposisi utamanya adalah kalsium dan aluminium silikat. Penambahan air pada material ini menghasilkan suatu pasta yang jika mengering akan mempunyai kekuatan seperti batu. Berat jenisnya berkisar antara 3,12 gr/cm<sup>3</sup> sampai 3,16 gr/cm<sup>3</sup> dan berat volume satu sak semen adalah 1505,74 kg/m<sup>3</sup>.

Bahan baku pembentuk semen adalah:

1. kapur (CaO) – batu kapur,
2. silika (SiO<sub>2</sub>) – dari lempung,
3. alumina (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) – dari lempung

Semen Portland adalah semen yang paling umum dan sering dipakai sebagai bahan penyusun mortar beton. Kandung bahan kimia dalam semen dapat dilihat pada tabel 3.1.

Tabel 3.1. Kandungan Bahan – Bahan Kimia dalam Bahan Baku Semen

| Oksida  | %         |
|---|-----------|
| Kapur, CaO  | 60 - 67   |
| Silika, SiO <sub>2</sub>                          | 17 - 25   |
| Alumina, Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>           | 3 - 8     |
| Besi, Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>              | 0,5 - 0,6 |
| Magnesia, MgO                                     | 0,1 - 4   |
| Sulfur, SO <sub>3</sub>                           | 1,3       |
| Soda/potash, Na <sub>2</sub> O + K <sub>2</sub> O | 0,2 - 1,3 |

Sumber: Neville and Brooks, 1987

### 3.3.2. Agregat halus

Menurut Nawy (1990), agregat halus merupakan pengisi yang berupa pasir. Ukurannya bervariasi antara ukuran No. 4 dan No. 100 saringan standar Amerika. Agregat Halus yang baik harus bebas bahan organik, lempung, partikel yang lebih kecil dari saringan No.100, atau bahan – bahan lain yang dapat merusak campuran beton.

Menurut SK SNI S-04-1989-F, sebagai bahan pengisi campuran beton, sebaiknya digunakan pasir yang memenuhi beberapa syarat yaitu:

1. Agregat halus harus terdiri dari butir-butir yang tajam dan keras dengan indeks kekerasan  $\pm 2,2$ .
2. Butir-butir agregat halus harus bersifat kekal, artinya tidak pecah atau hancur oleh pengaruh - pengaruh cuaca seperti terik matahari dan hujan.
3. Sifat kekal apabila diuji dengan larutan jenuh garam sulfat, yaitu jika memakai Natrium Sulfat, bagian yang hancur maksimal 12% dan jika memakai Magnesium Sulfat, bagian yang hancur maksimal 10%
4. Agregat halus tidak boleh mengandung lumpur lebih besar dari 5% (ditentukan

terhadap berat kering). Yang diartikan dengan lumpur adalah bagian-bagian yang dapat melalui ayakan 0,060 mm. Apabila kadar lumpur melampaui 5% maka, agregat halus harus dicuci.

5. Agregat halus tidak boleh mengandung bahan-bahan organis terlalu banyak yang harus dibuktikan dengan percobaan warna dari AbramsHarder. Untuk itu, bila direndam larutan 3% NaOH, cairan di atas endapan tidak boleh lebih gelap daripada warna larutan pembanding.
6. Agregat halus yang tidak memenuhi percobaan warna ini dapat juga dipakai, asal kekuatan tekan adukan agregat tersebut pada umur 7 dan 28 hari tidak kurang dari 95% dari kekuatan adukan agregat yang sama tetapi dicuci dalam larutan 3% NaOH yang kemudian dicuci hingga bersih dengan air pada umur yang sama.
7. Susunan besar butir agregat halus harus memenuhi modulus kehalusan antara 1,5 – 3,8 dan harus terdiri dari butir-butir yang beraneka ragam besarnya. Apabila diayak dengan susunan ayakan yang ditentukan, harus masuk salah satu dalam daerah susunan butir menurut zona 1, 2, 3, dan 4 (SKBI/BS.882) dan harus memenuhi syarat-syarat sebagai berikut.
  - a. Sisa di atas ayakan 4,8 mm harus maksimum 2% berat.
  - b. Sisa di atas ayakan 1,2 mm harus maksimum 10% berat.
  - c. Sisa di atas ayakan 0,3 mm harus maksimum 15% berat.
8. Untuk beton dengan tingkat keawetan yang tinggi, reaksi pasir dengan alkali harus negatif.
9. Pasir laut tidak boleh dipakai sebagai agregat halus untuk semua mutu beton,

kecuali dengan petunjuk-petunjuk dari lembaga pemeriksaan bahan-bahan yang diakui.

10. Agregat halus yang digunakan untuk maksud spesi plesteran dan spesi terapan harus memenuhi persyaratan di atas.

Susunan besar butir agregat halus lebih penting daripada susunan besar butir agregat kasar karena agregat halus bersama dengan semen dan air membentuk mortar yang akan melekatkan dan mengisi rongga-rongga antar butiran agregat kasar sehingga beton yang dihasilkan permukaannya menjadi rata. Pemakaian agregat halus yang terlalu sedikit akan mengakibatkan hal-hal sebagai berikut.

1. Terjadi segregasi karena agregat kasar dengan mudah saling memisahkan diri akibat mortar yang tidak dapat mengisi rongga-rongga antara butiran agregat kasar dengan baik.
2. Campuran akan kekurangan pasir yang disebut *under sanded*.
3. Adukan beton akan menjadi sulit untuk dikerjakan sehingga dapat menimbulkan sarang kerikil.
4. *Finishing* akan menghasilkan beton dengan permukaan kasar.
5. Beton yang dihasilkan menjadi tidak awet.

Jika pemakaian agregat halus terlalu banyak, maka akan mengakibatkan hal-hal sebagai berikut.

1. Campuran menjadi tidak ekonomis.
2. Diperlukan banyak semen untuk mencapai kekuatan yang sama yang dihasilkan oleh campuran dengan perbandingan optimum antara agregat halus

dan agregat kasar.

3. Campuran akan kelebihan pasir yang disebut *over sanded*.
4. Beton yang dihasilkan menunjukkan gejala rangkak dan susut yang lebih besar.

### 3.3.3. Agregat kasar

Menurut Nawy (1990), Agregat disebut agregat kasar apabila ukurannya sudah melebihi  $1/4$  in atau 6 mm. Sifat agregat kasar mempengaruhi kekuatan akhir beton keras dan daya tahannya terhadap disintegrasi beton, cuaca, dan efek – efek merusak lainnya. Agregat mineral ini harus bersih dari bahan – bahan organik dan harus mempunyai ikatan yang baik dengan pasta semen.

Menurut SK SNI S-04-1989-F, syarat – syarat yang harus dipenuhi oleh agregat kasar adalah sebagai berikut:

1. Agregat kasar harus terdiri dari butir-butir yang keras dan tidak berpori. Kadar bagian yang lemah bila diuji dengan goresan batang tembaga, maksimum 5%. Tabel 3.2 menunjukkan pengujian kekerasan agregat kasar.

Tabel 3.2 Pengujian kekerasan Agregat Kasar

| Kelas dan Mutu Beton  | Kekerasan dengan Bejana Tekan Rudeloff Bagian Hancur Menembus Ayakan 2 mm Maksimum % |                          | Kekerasan dengan Bejana Geser Los Angeles, Bagian Hancur Menembus Ayakan 1,7 mm Maksimum % |
|---|--|--------------------------|--|
|   | Fraksi Butir 19 – 30 mm  | Fraksi Butir 9,5 – 19 mm |  |
| B <sub>0</sub> serta mutu B <sub>1</sub>                              | 22 – 30  | 24 – 32                  | 40 – 50  |
| Beton mutu K <sub>125</sub> , K <sub>175</sub> , dan K <sub>225</sub> | 14 – 22  | 16 – 24                  | 27 – 40  |
| Mutu Beton di atas K <sub>225</sub> atau Beton Pratekan               | Kurang dari 14   | Kurang dari 16           | Kurang dari 27   |

(Spesifikasi bahan bangunan bagian SKSNI S-04-1989-F)

2. Agregat kasar yang mengandung butir-butir pipih dan panjang hanya dapat dipakai apabila jumlah butir-butir pipih dan panjang tersebut tidak melampaui 20% dari jumlah agregat seluruhnya.
3. Butir-butir agregat kasar harus bersifat kekal, artinya tidak pecah atau hancur oleh pengaruh-pengaruh cuaca seperti terik matahari dan hujan
4. Sifat kekal apabila diuji dengan larutan jenuh garam sulfat, yaitu jika memakai Natrium Sulfat, bagian yang hancur maksimal 12% dan jika memakai Magnesium Sulfat, bagian yang hancur maksimal 10%.
5. Agregat kasar tidak boleh mengandung zat-zat yang merusak beton, seperti zat-zat yang reaktif alkali.
6. Agregat kasar tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 1% (ditentukan



terhadap berat kering). Apabila kadar lumpur melampaui 1% maka, agregat kasar harus dicuci.

7. Agregat kasar harus terdiri dari butir-butir yang beraneka ragam besarnya dan apabila diayak dengan susunan ayakan yang ditentukan, susunan besar butir mempunyai modulus kehalusan antara 6 – 7,10 dan harus memenuhi syarat-syarat sebagai berikut.
  - a. Sisa di atas ayakan 38 mm, harus 0% berat.
  - b. Sisa di atas ayakan 4,8 mm, harus berkisar antara 90% dan 98% berat.
  - c. Selisih antara sisa-sisa kumulatif di atas dua ayakan yang berurutan adalah maksimum 60% dan minimum 10% berat.
8. Besar butir agregat maksimum tidak boleh lebih dari seperlima jarak terkecil antara bidang-bidang samping dari cetakan, sepertiga dari tebal pelat atau tiga perempat dari jarak bersih minimum di antara batang-batang atau berkas-berkas tulangan. Penyimpangan dari pembatasan ini diizinkan apabila menurut penilaian pengawas ahli cara-cara pengecoran beton adalah sedemikian rupa sehingga menjamin tidak terjadi *segregasi*.

#### **3.3.4. Air**

Air merupakan bahan dasar perekat semen dengan bahan penyusun beton lainnya. Bila dicampurkan dengan semen, air akan melakukan reaksi hidrasi membentuk pasta semen yang dapat mengikat bahan penyusun beton lainnya.

Tjokrodinuljo (2007), memaparkan bahwa penggunaan air untuk beton setidaknya harus memenuhi persyaratan sebagai berikut :

1. Tidak mengandung lumpur (benda melayang lainnya) lebih dari 2 gr/liter,

2. Tidak mengandung garam - garam yang dapat merusak beton (asam, zat organik) lebih dari 15 gr/liter,
3. Tidak mengandung klorida (Cl) lebih dari 0,5 gr/liter
4. Tidak mengandung senyawa sulfat lebih dari 1 gr/liter

### **3.4. Bahan Tambah**

Untuk keperluan tertentu, beton memerlukan bahan tambah berupa bahan - bahan *mineral additive* ataupun *chemical additive* untuk meningkatkan performa beton itu sendiri. Bahan yang digunakan untuk penelitian ini adalah sebagai berikut.

#### **3.4.1. Bahan tambah kimiawi (*chemical additive*)**

Penggunaan bahan tambah kimia pada beton bertujuan mengubah beberapa sifat mekanik beton. Mulyono (2005) memaparkan beberapa jenis dan definisi bahan tambah kimia sebagai berikut.

a. Tipe A "*Water-Reducing Admixtures*"

*Water-reducing admixtures* adalah bahan tambah yang berfungsi mengurangi penggunaan air pada pencampuran beton dengan konsentrasi tertentu.

b. Tipe B "*Retarding Admixtures*"

*Retarding admixtures* merupakan bahan tambah yang berfungsi untuk menghambat waktu pengikatan beton (setting time).

c. Tipe C "*Accelerating Admixtures*"

*Accelerating admixtures* adalah bahan tambah pada beton yang berfungsi untuk mempercepat pengerasan (setting time) ikatan dan pengembangan kekuatan awal beton serta untuk mengurangi lamanya waktu pengeringan (hidrasi) dan mempercepat pencapaian kekuatan pada beton.

d. Tipe D "*Water-Reducing and Retarding Admixtures*"

*Water reducing and retarding admixtures* merupakan bahan tambah yang memiliki fungsi ganda, yaitu untuk mengurangi jumlah air yang digunakan pada campuran beton dan untuk menghambat pengikatan awal.

e. Tipe E "*Water-Reducing and Accelerating Admixtures*"

*Water reducing and accelerating admixtures* adalah bahan tambah yang berfungsi untuk mengurangi penggunaan air pada campuran beton dan untuk mempercepat pengikatan awal.

f. Tipe F "*Water-Reducing, High Range Admixtures*"

*Water reducing, high range admixtures* merupakan bahan tambah yang difungsikan untuk mengurangi jumlah air +/- 12% dalam campuran beton.

g. Tipe G "*Water-Reducing, High Range Retarding Admixtures*"

*Water reducing, high range retarding admixtures* adalah bahan tambah yang berfungsi untuk mengurangi jumlah penggunaan air pada campuran beton +/- 12 % dan juga dapat digunakan untuk menghambat pengikatan beton.

### 3.4.2. *Superplasticizer*

*Superplasticizer* merupakan bahan tambah kimia yang digunakan untuk mengurangi penggunaan air, sehingga akan dapat menghasilkan adukan dengan nilai faktor air semen lebih rendah pada nilai kekentalan adukan yang sama. Hal ini mengakibatkan kuat tekan beton akan menjadi lebih tinggi (ASTM C494 dan British Standard 5075).

Selain itu juga penggunaan *superplasticizer* untuk beton mutu tinggi secara umum sangat berhubungan dengan pengurangan jumlah air dalam campuran

beton. Pengurangan ini tergantung pada kandungan air yang digunakan, dosis serta tipe dari *superplasticizer* yang dipakai (L.J. Parrot, 1998).

Dalam penelitian ini digunakan *superplasticizer* dari produk PT. BASF dengan merek dagang MasterRheobuild 6. MasterRheobuild 6 ini merupakan bahan tambah kimia (*chemical admixture*) yang termasuk kedalam tipe F dan berfungsi untuk meningkatkan *workability* beton sampai pada tingkat yang cukup besar. *Superplasticizer* ini berguna untuk mereduksi penggunaan air serta meningkatkan kuat awal beton. Ada beberapa keunggulan dari penggunaan MasterRheobuild 6, antara lain.

1. Workability yang tinggi,
2. Waktu pemapatan yang singkat,
3. Pengurangan air yang tinggi,
4. Impermeabilitas dan kekuatan yang tinggi,
5. Meningkatkan daya tahan,
6. Kohesi yang baik,
7. Tidak ada segregasi,
8. Kuat awal yang tinggi,
9. Penyusutan rendah,
10. Stabilitas dimensi yang baik.

#### **3.4.3. Bahan tambah mineral (*mineral additive*)**

Penggunaan bahan tambah mineral pada beton dimaksudkan untuk memperbaiki kinerja dari beton. Penambahan *mineral additive* ini dapat membantu dalam pengurangan pemakaian semen pada beton, mengurangi

temperatur akibat reaksi hidrasi serta dapat mengurangi atau menambah tingkat kelecakan beton. Adapun bahan tambah mineral yang dimaksud adalah : *pozzollan*, *fly ash*, *slag*, dan *silica fume* (Mulyono, 2005). Adapun keuntungan dari pemakaian bahan tambah mineral antara lain (Mulyono T, 2005):

1. memperbaiki *workability* beton
2. mengurangi panas hidrasi
3. mengurangi biaya pekerjaan beton
4. mempertinggi daya tahan terhadap serangan sulfat
5. mempertinggi daya tahan dari serangan reaksi alkali - silika
6. menambah keawetan (durabilitas) beton
7. meningkatkan kuat tekan beton
8. meningkatkan usia pakai beton
9. mengurangi penyusutan beton
10. membuat beton lebih kedap air

#### **3.4.4. Abu batu**

Menurut Wikana & Wantutrianus (2017), abu batu merupakan limbah yang berasal dari hasil sampingan dari produksi batu pecah. Abu batu merupakan limbah yang mengandung senyawa silika yang halus dan bersifat *amorf* sehingga mampu pengeras bila dicampur dengan semen. Senyawa yang terjadi antara silika *amorf* dan kapur adalah senyawa silikat kalsium yang sukar larut dalam air. Kemampuan pengerasan dari limbah batu karena adanya bagian silika *amorf* yang halus.

Menurut Haris, Sambudi, dan Aditya (2013), abu batu yang memenuhi kriteria adalah abu batu yang lolos daringan dengan diameter 4,75 mm dan tertahan

ayakan 0,075 mm, pada penelitian ini abu batu yang digunakan sebagai *filler* adalah abu batu yang lolos saringan 0,125 mm atau lolos saringan *mesh* 200.

### **3.5. Sifat – Sifat Beton**

Beton memiliki beberapa sifat saat sebelum mengeras, saat pengecoran, maupun setelah pengecoran. Adapun sifat-sifat beton adalah sebagai berikut.

#### **3.5.1. *Workability***

Menurut Tjokrodinuljo, K., (2007), salah satu sifat beton sebelum mengeras adalah kemudahan pengerjaan (*workability*), sifat ini merupakan ukuran kemudahan adukan untuk diaduk, diangkut, dituang, dan dipadatkan. Perbandingan bahan – bahan maupun sifat bahan – bahan itu sendiri secara bersama – sama mempengaruhi sifat kemudahan pengerjaan beton segar. Unsur – unsur yang mempengaruhi sifat kemudahan pengerjaan adalah sebagai berikut.

1. Jumlah air yang dipakai dalam campuran adukan beton. Semakin banyak air yang digunakan, maka beton segar semakin mudah dikerjakan.
2. Penambahan semen ke dalam campuran juga akan memudahkan cara pengerjaan adukan betonnya, karena pasti diikuti dengan bertambahnya air campuran untuk memperoleh nilai *fas* tetap.
3. Gradasi campuran pasir dan kerikil. Bila campuran pasir dan kerikil mengikuti gradasi yang telah disarankan oleh peraturan, maka adukan beton akan mudah dikerjakan.
4. Pemakaian butir-butir batuan yang bulat mempermudah cara pengerjaan beton.

5. Pemakaian butir maksimum kerikil yang dipakai juga berpengaruh terhadap tingkat kemudahan dikerjakan.
6. Cara pemadatan adukan beton menentukan sifat pengerjaan yang berbeda.

Bila cara pemadatan dilakukan dengan alat getar maka diperlukan tingkat kelecakan yang berbeda, sehingga diperlukan jumlah air yang lebih sedikit daripada jika dipadatkan dengan tangan.

### **3.5.2. Segregasi**

Menurut Tjokrodimuljo, K., (2007), *segregasi* merupakan kecenderungan butir – butir kerikil untuk memisahkan diri dari campuran adukan beton . Kecenderungan pemisahan kerikil ini disebabkan berbagai hal antara lain.

1. Campuran yang terlalu kurus atau kurang semen,
2. Terlalu banyak air,
3. Semakin besar butir agregat kerikilnya,
4. Semakin kasar permukaan kerikilnya.

Pemisahaan kerikil dari adukan beton berakibat kurang baik terhadap betonya setelah mengeras. Untuk mengurangi kecenderungan pemisahaan kerikil tersebut maka diusahakan hal berikut ini.

1. Air yang diberikan sesedikit mungkin,
2. Adukan beton jangan dijatuhkan dengan ketinggian yang terlalu besar,
3. Cara pengangkutan, penuangan, maupun pemadatan beton harus mengikuti cara – cara yang sesuai.

### 3.5.3. *Bleeding*

Menurut Tjokrodimuljo, K., (2007), *bleeding* merupakan kecenderungan air campuran untuk naik ke atas (memisahkan diri) pada beton segar yang baru saja dipadatkan.

Akibat dari peristiwa ini adalah sebagai berikut.

1. Bagian atas lapis terlalu basah, yang akan menghasilkan beton berpori dan lemah.
2. Air naik membawa serta bagian-bagian semen yang membentuk lapis buih semen pada muka lapis (merintang lekatan pada lapis kemudian, maka harus dihilangkan).
3. Air dapat berkumpul dalam-dalam krikil-krikil dan baja tulangan horizontal, hingga menimbulkan rongga-rongga besar.

Cara mengurangi *bleeding* adalah sebagai berikut.

1. Jumlah air campuran yang tidak melebihi kebutuhan untuk mencapai *workability*.
2. Campuran dengan semen lebih banyak.
3. Jenis semen yang butir-butirnya lebih halus.
4. Bahan batuan bergradasi lebih baik.
5. Pasir alam yang agak bulat-bulat dengan % butir halus lebih besar.
6. Zat tambah guna perbaikan gradasi bahan batuan (kadang-kadang digunakan bubuk Al, yang menyebabkan pengembangan sedikit pastinya, guna mengimbangi susut oleh pengeluaran air).



### 3.5.4. Slump

Pengujian *slump* merupakan salah satu pengetesan sederhana untuk mengetahui *workability* beton sebelum diaplikasikan dalam pekerjaan pengecoran. Penetapan nilai *slump* untuk berbagai pengerjaan beton dapat dilihat pada Tabel 3.3 sebagai berikut :

Tabel 3. 3 Nilai *Slump* Beton Segar

| Pemakaian beton<br>(berdasarkan jenis struktur yang dibuat)                    | Nilai <i>Slump</i> (mm) |         |
|--|-------------------------|---------|
|  | Maksimum                | Minimum |
| Pondasi beton bertulang (dinding dan pondasi telapak)                          | 75                      | 25      |
| Pondasi telapak tanpa tulangan, pondasi tiang pancang, dan dinding bawah tanah | 75                      | 25      |
| Balok dan dinding bertulang  | 100                     | 25      |
| Kolom bangunan   | 100                     | 25      |
| Perkerasan dan pelat lantai  | 75                      | 25      |
| Beton massa  | 50                      | 25      |

Sumber: SNI 7656 2012.

### 3.5.5. Umur Beton

Menurut Tjokrodinuljo, K., (2007), kuat tekan beton bertambah sesuai dengan bertambahnya umur beton itu sendiri Laju kenaikan kuat desak beton mula-mula cepat, lama-lama laju kenaikan itu akan semakin lambat dan laju kenaikan itu akan menjadi relatif sangat kecil setelah berumur 28 hari. Sebagai standar kuat desak beton (jika tidak disebutkan umur secara khusus) adalah kuat desak beton pada umur 28 hari. Laju kenaikan beton dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu jenis semen portland, suhu keliling beton, faktor air-semen dan faktor lain yang sama dengan faktor-faktor yang mempengaruhi kuat desak beton.

### 3.6. Pengujian Kuat Tekan

Kekuatan tekan adalah kemampuan beton untuk menerima gaya tekan persatuan luas. Persamaan yang digunakan untuk menentukan nilai kuat tekan beton adalah:

$$f'_c = \frac{P}{A} \dots\dots\dots(3-1)$$

Keterangan :  $f'_c$  = kuat tekan beton (MPa)  
 $A$  = luas bidang desak benda uji (mm<sup>2</sup>)  
 $P$  = beban tekan (N)

### 3.7. Pengujian Modulus Elastisitas Beton

Tolak ukur yang umum dari sifat elastis suatu bahan adalah modulus elastisitas, yang merupakan perbandingan dari tekanan yang diberikan dengan perubahan bentuk persatuan Panjang, sebagai akibat dari tekanan yang diberikan itu (Murdock dan Brock, 1999). Sesuai dengan SNI-03-2847-2002 untuk mendapatkan nilai modulus elastisitas beton secara teoritis digunakan rumus – rumus sebagai berikut.

$$E_c = w_c^{1,5} (0,043) \sqrt{f'_c} \dots\dots\dots(3-2)$$

Keterangan :  $w_c$  = berat beton (kg/m<sup>3</sup>)  
 $f'_c$  = mutu beton (MPa)  
 $E_c$  = modulus elastisitas (MPa)

Dan untuk beton dengan berat normal yang berkisar 2320 kg/m<sup>3</sup>

$$E_c = 4700 \sqrt{f'_c} \dots\dots\dots(3-3)$$

Nilai modulus elastisitas dapat diperoleh dari pengujian dengan menggunakan rumus:

$$E = \frac{f}{\varepsilon} \dots\dots\dots(3-4)$$

Keterangan :  $E$  = modulus elastisitas beton (MPa)

$f$  = tegangan (MPa)

$\epsilon$  = regangan

Berdasarkan penelitian oleh Wang, C, K dan Salmon, C. G., 1990, untuk nilai modulus elastisitas sekan beton pada 25% sampai 50% dari kuat tekan  $f'_c$ .

### 3.8. Pengujian Serapan Air

Menurut SNI 03-2914-1992, sifat beton kedap air harus memenuhi persyaratan berikut ini.

1. Beton kedap air normal bila diuji dengan cara perendaman dengan air selama 10+0,5 menit, resapan maksimum adalah 2,5% terhadap berat beton kering oven. Selama perendaman 24 jam, resapan maksimum adalah 6,5% terhadap beton ringan kering oven.
2. Beton kedap air agresif bila diuji dengan tekanan air, maka tembusnya air ke dalam beton tidak melampaui batas berikut ini.
  - a. Agresif sedang : 50 mm
  - b. Agresif kuat : 30 mm

Adapun rumus yang dapat digunakan untuk menghitung serapan air :

$$S = \frac{w_2 - w_1}{w_1} \times 100\% \dots\dots\dots(3.5)$$

Keterangan :  $w_1$  = berat beton kering oven (kg)

$w_2$  = berat beton kering permukaan (SSD) (kg)

$S$  = daya serap air (%)